

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-296419

(43)Date of publication of application : 10.11.1995

(51)Int.Cl.

G11B 7/24

G11B 7/24

(21)Application number : 06-086086

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 25.04.1994

(72)Inventor : KIJIMA YASUNORI

ASAI NOBUTOSHI

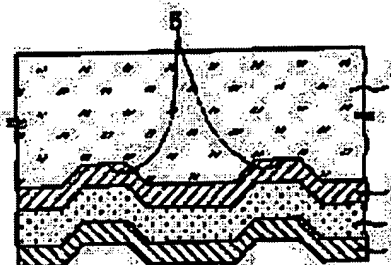
IWAMURA TAKASHI

(54) OPTICAL RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:

PURPOSE: To make it possible to confine the recording information quantity of about 4 times the present recording information quantity to an optical recording medium of the same size as the present size without subjecting the device side to a drastic change, such as shortening of the wavelength of reproducing light, increasing of the numerical aperture NA of a focusing lens and changing of a signal demodulation system.

CONSTITUTION: This optical recording medium is constituted by forming a saturable absorbent dyestuff-contg. layer 3 contg. at least a saturable absorbent dyestuff and arom. compd. and a recording layer and/or reflection layer 4 on a light transmissive substrate 1. The saturable absorbent dyestuff of which the molecule light absorption coefft. ϵ at the wavelength of reproducing light is $\geq 10^4$ and the relaxation time τ is $1\text{ns} \leq \tau \leq 100\text{ns}$ is used as the saturable absorbent dyestuff to be incorporated into the saturable absorbent dyestuff layer. The optical recording medium constituted in such a manner exhibits excellent ultra-definition. Good reproduced signals are obtd. with high intensity from the fine recording patterns formed with micropits of about $0.3\mu\text{m/bit}$ at a period shorter than the diffraction threshold $\lambda/2\text{NA}$ of a reproducing optical system.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-296419

(43)公開日 平成7年(1995)11月10日

(51)Int.Cl.⁶

G11B 7/24

識別記号

538 A 7215-5D

庁内整理番号

536 Z 7215-5D

FI

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全10頁)

(21)出願番号

特願平6-86086

(22)出願日

平成6年(1994)4月25日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 鬼島 靖典

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

一株式会社内

(72)発明者 浅井 伸利

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

一株式会社内

(72)発明者 岩村 貴

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

一株式会社内

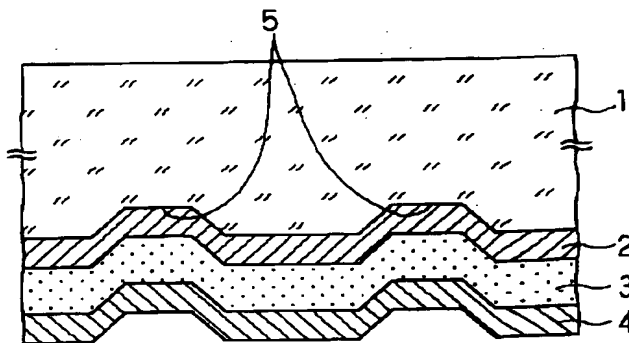
(74)代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54)【発明の名称】 光記録媒体

(57)【要約】

【構成】 光記録媒体を、光透過性の基板1上に、少なくとも可飽和吸収色素及び芳香族化合物を含有する可飽和吸収色素含有層3と、記録層及び／又は反射層4が形成された構成とし、上記可飽和吸収色素層に含有される可飽和吸収色素として、再生光波長における分子吸光係数 ϵ が 10^4 以上であり、緩和時間 τ が $1\text{ ns} \leq \tau \leq 100\text{ ns}$ であるものを用いる。

【効果】 このような構成の光記録媒体は、優れた超解像性を発揮し、 $0.3\mu\text{m/bit}$ 程度の微小ピットが再生光学系の回折限界 $\lambda/2\text{NA}$ よりも短い周期で形成された微細な記録パターンから、良好な再生信号を強い強度で得ることができる。したがって、本発明によれば、再生光の短波長化、フォーカスレンズの開口数 NA の増大化、信号復調方式の変更等の大幅な変更を装置側に施すことなく、例えば現行の4倍程度の記録情報量を現行と同サイズの光記録媒体に収めることが可能になる。



光記録媒体の要部断面図

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光透過性の基板上に、少なくとも可飽和吸収色素及び芳香族化合物を含有する可飽和吸収色素含有層と、記録層及び／又は反射層が形成され、上記可飽和吸収色素層に含有される可飽和吸収色素は、再生光波長における分子吸光係数 ϵ が 10^4 以上であり、緩和時間 τ が $1\text{ ns} \leq \tau \leq 100\text{ ns}$ であることを特徴とする光記録媒体。

【請求項2】 可飽和吸収色素含有層に含有される芳香族化合物は、 $230 \sim 300\text{ nm}$ の波長領域にモル吸光係数が 2000 以上の吸収帯を有することを特徴とする請求項1記載の光記録媒体。

【請求項3】 可飽和吸収色素含有層に含有される芳香族化合物は、フェニル基、ピフェニル基、カルバゾリル基、ナフチル基、ピリジノ基、チオフェノ基の少なくとも1種を主鎖あるいは側鎖に有することを特徴とする請求項1記載の光記録媒体。

【請求項4】 基板と可飽和吸収色素含有層の間に、当該基板及び可飽和吸収色素含有層よりも実部屈折率が高い高屈折率層が設けられていることを特徴とする請求項1記載の光記録媒体。

【請求項5】 高屈折率層は、実部屈折率が 1.8 以上であることを特徴とする請求項4記載の光記録媒体。

【請求項6】 高屈折率層は、真空薄膜形成方法により成膜された無機セラミック膜であることを特徴とする請求項4または請求項5記載の光記録媒体。

【請求項7】 高屈折率層を構成する無機セラミック材料が、 ZnS と SiO_2 の混成膜であることを特徴とする請求項6記載の光記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光記録媒体に関し、特に再生光スポット径内にアパーチャを形成して信号再生を行う、超解像再生用の光記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、情報記録の分野においては、光学情報記録方式に関する研究が各所で進められている。この光学情報記録方式は、非接触で記録再生が行えること、磁気記録方式に較べて一桁以上も高い記録密度が達成できること、再生専用型や追記型、書き換え可能型のそれぞれのメモリ形態に対応できること等の、数々の利点を有し、安価な大容量ファイルを実現するものとして、産業用から民生用まで幅広い用途が考えられている。

【0003】上述のメモリ形態のうち、再生専用型の光記録媒体としては、デジタルオーディオディスク（いわゆるコンパクトディスク、CD）や光学式ビデオディスク（いわゆるレーザーディスク、LD）、さらにはCD-ROM等が既に広く普及している。

【0004】これらの再生専用型の光記録媒体は、通

2

常、透明基板上に、ピットが、例えば凹凸形状や光学定数を変化させる層として情報信号に対応したパターンで記録され、この記録パターン上に、Al等の金属材料よりなる反射層が被着形成された構造とされている。このような光記録媒体では、透明基板側よりレーザ光等の再生光を照射し、その再生スポット内のピットの有無を、反射光の強弱を検出することで識別し、情報の再生が行われる。

【0005】ところで、上記再生専用型の光記録媒体においては、VTRのデジタル化やハイビジョンTV（HDTV）等に対応できる容量を確保すべく、記録密度の更なる向上が求められるようになっている。一方、操作上の都合から、光記録媒体ではサイズの小型化も求められており、このような要求からも記録密度の向上が望まれている。

【0006】ここで、光記録媒体の記録密度を向上させる手段としては、光記録媒体に形成される記録パターンの微細化、たとえばピットの周期を短くすることがまず考えられる。しかし、再生光学系にはスポット径をそれ以上に小さくできない回折限界 $\lambda/2\text{NA}$ （ λ ：再生光の波長、NA：再生光学系の対物レンズの開口数）があることから、ピットの周期があまり短くなると、再生スポット内に複数のピットが存在するといった状況が起き、情報信号が再生できないといった不都合が生じる。すなわち、再生装置には再生光学系で定まる分解能の指標となるMTF（Modulation transfer function）のカットオフ空間周期がある。

【0007】このため、ピットの周期はそのまま信号コードの方を圧縮化したり、あるいは光学系の対物レンズの開口数NAの増大化や再生光の短波長化によって周期の短いピットに対応できるように再生光の回折限界を向上させる試みがなされている。また、さらに、最近では超解像（super resolution）と称される方法が、周期の短いピットパターンに対応できるものとして注目されている。

【0008】超解像とは、物点位置に照射光の回折限界よりも小さいアパーチャ（開口）を設定することにより、照射光の見かけ上のスポット径を回折限界よりも小さくすることで解像度を向上させることを原理とするものである。この超解像については、例えば“Charles W. McCutchen, “Super-resolution in Microscopy and the Abbe Resolution Limit.” Journal of Optical Society of America, 57(10), 1190(1967) ”、“Tony Wilson and Colin Sheppard, “Theory and Practice of Scanning Optical Microscopy.” Academic Press (London), 1984”等で詳細に記載されている。

【0009】このような超解像を実際に光記録媒体の信号再生に応用するには、光記録媒体上での再生光の移動に追従してアパーチャも移動する必要がある。

3

【0010】超解像を光磁気記録媒体に応用した例としては、本願出願人が特開平1-143041号公報及び特開平1-143042号公報において、光磁気記録再生方式の磁気カー効果が現れる領域を熱的に再生光のスポット径よりも狭くして超解像効果を発現させ、高密度記録を達成する方法を提案している。しかし、この方式は、光磁気記録システムに限って使用できるものであり、通常の磁気ヘッドを用いない光記録システムへは適用できない。

【0011】そこで、通常の光記録システムに適用できるものとして、特開平2-96926号公報において、反射層に光応答性の材料を用いることが提案されている。すなわち、光応答性材料を反射層に用いる光記録媒体では、再生光を照射すると、再生光スポット内には中心程光量が大きくなる光量分布があることから、ある一定量以上の光量になった部分のみの光学特性が変化し、当該再生光スポット内に再生光に追従して移動するアパーチャが部分的に形成される。

【0012】このようにアパーチャが形成されると、再生光のスポット内に複数のビットが存在する場合でも、アパーチャ内に存在するビットのみが検出され、その他のビットはいわばマスクされた状態となって検出されることがない。したがって、再生光学系の回折限界 $\lambda/2NA$ よりも短い周期でビットが形成された微細記録パターンからの信号再生が行えることになる。

【0013】ところが、この公報には、光応答性材料として再生光によって光学特性が直接変化する非線形光学材料、あるいは再生光の光吸収による熱発生により光学特性が間接的に変化する相変化材料とのみ記載されており、具体的な材料については挙げられていない。このため、その実現が難しいと言える。

【0014】そこで、本願出願人は、特願平5-26805号明細書において、具体的な光応答性材料として可飽和吸収色素を提案した。可飽和吸収色素とは、一定量以上の光を照射し、励起状態になると、吸収率が0となるような現象、すなわち可飽和吸収現象を呈する色素材料である。

【0015】例えば、ビットが形成された基板上に、この可飽和吸収色素を含有する可飽和吸収色素含有層と反射層が形成された光記録媒体に、再生光を照射すると、上述の如く再生光スポット内には中心程光量が大きくなる光量分布があることから、ある一定量以上の光量になった部分のみが可飽和吸収となり、部分的に可飽和吸収領域が生じる。可飽和吸収となった領域は、吸収率が0であることからほかの領域に比べて高い反射率が得られる。したがって、アパーチャとして機能し、再生光スポット内に複数のビットが存在する場合でもこの可飽和吸収領域に存在するビットのみが検出されることになる。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記光

4

記録媒体について光学スペクトルを観測したところ、可飽和吸収になっていない初期の状態での反射率が、その材料構成から類推される値よりも高いことが判明した。このことは、再生光を照射したときに、可飽和吸収領域とそれ以外の領域で、反射率にあまり差がつかないことを意味しており、超解像性を低下させるものである。

【0017】そこで、本発明は、このような従来の実情に鑑みて提案されたものであり、超解像性に優れ、再生光学系の回折限界 $\lambda/2NA$ よりも短い周期でビットが形成されている微細記録パターンから良好な再生信号が得られる光記録媒体を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために、本発明の光記録媒体は、光透過性の基板上に、少なくとも可飽和吸収色素及び芳香族化合物を含有する可飽和吸収色素含有層と、記録層及び／又は反射層が形成され、上記可飽和吸収色素層に含有される可飽和吸収色素は、再生光波長における分子吸収係数 ϵ が 10^4 以上であり、緩和時間 τ が $1\text{ ns} \leq \tau \leq 100\text{ ns}$ であることを特徴とするものである。

【0019】また、可飽和吸収色素含有層に含有される芳香族化合物は、 $230 \sim 300\text{ nm}$ の波長領域にモル吸収係数が 2000 以上の吸収帯を有することを特徴とするものである。さらに、可飽和吸収色素含有層に含有される芳香族化合物は、フェニル基、ピフェニル基、カルバゾリル基、ナフチル基、ピリジノ基、チオフェノ基の少なくとも1種を主鎖あるいは側鎖に有することを特徴とするものである。

【0020】また、基板と可飽和吸収色素含有の間に、当該基板及び可飽和吸収色素含有層よりも実部屈折率が高い高屈折率層が設けられていることを特徴とするものである。さらに、高屈折率層は、実部屈折率が 1.8 以上であることを特徴とするものである。

【0021】さらに、高屈折率層は、真空薄膜形成方法により成膜された無機セラミック膜であることを特徴とするものである。さらに、高屈折率層を構成する無機セラミック材料が、 ZnS と SiO_2 の混成膜であることを特徴とするものである。

【0022】本発明者等が、可飽和吸収色素含有層を有する光記録媒体の初期状態での反射率が、その材料構成から類推される値よりも高くなる原因を検討した結果、製造工程で可飽和吸収色素含有層上に反射層（あるいは記録層）を成膜する際に色素の分解が生じており、これが上述の反射率上昇を誘発していることを見出した。

【0023】すなわち、反射層、記録層はスパッタリング、真空蒸着法等の真空薄膜形成法によって成膜される。例えば真空蒸着法では、蒸着源を電子銃によって蒸発させ基板上に被着させる。ここで、この電子銃から電子線が照射される際には波長が 300 nm 程度の紫外線も同時に発生する。

5

【0024】一方、可飽和吸収色素は、230～240 nmの波長領域にブロードな強い吸収ピークを有していることから、この成膜に際して電子線の照射とともに副次的に発生した紫外線を吸収し分解する。これが媒体の反射率を上昇させる原因である。

【0025】蒸着源の蒸発を抵抗加熱法を用いて行えば、紫外線による色素分解は免れるが、抵抗加熱法による成膜は膜厚を厚くするのが困難であり、光学的、強度的にも問題がある。抵抗加熱法によって初めに薄く膜形成した後、その上に電子銃を用いて足りない分の厚さを補足することも考えられるがプロセスが煩雑で実用性に欠ける。

【0026】そこで、本発明では、電子銃を用いた真空薄膜形成法によって反射層、記録層を形成した場合でも、反射率の正常な媒体が得られるようにするために、可飽和吸収色素含有層を可飽和吸収色素と芳香族化合物で構成することとする。

【0027】すなわち、本発明の光記録媒体は、再生専用型として用いる場合には光透過性の基板上に、ピットが例えば凹凸形状あるいは光学定数を変化させる層として、情報信号に対応した記録パターンで形成され、この基板上に少なくとも可飽和吸収色素と芳香族化合物を含有する可飽和吸収色素含有層及び反射層が設けられた構成とされる。

【0028】まず、上記可飽和吸収色素は、再生光波長における分子吸光係数 ϵ が 10^4 以上であり、緩和時間 τ が $1\text{ ns} \leq \tau \leq 100\text{ ns}$ である。

【0029】このような特性を有する可飽和吸収色素含有層では、再生光波長における分子吸光係数 ϵ が 10^4 以上であることから、再生光の照射によって、当該再生光スポット内のうちある一定量以上の光量になった部分が可飽和吸収となって部分的に可飽和吸収領域が生じる。また、可飽和吸収色素の緩和時間 τ が $1\text{ ns} \leq \tau \leq 100\text{ ns}$ の範囲に規制されていることから、可飽和吸収となった領域は、再生光の移動に伴う光量の減少によって一定の時間範囲内に速やかに初期の状態に戻る。このため、光量が減少した領域で可飽和吸収が維持されて、例えば可飽和吸収領域が後ろ側に尾を引くといったことがなく、常に再生光スポット内のある一定領域のみが可飽和吸収となる。

【0030】したがって、この可飽和吸収領域をアパーチャとして微細なピットの記録パターンから超解像再生を行うことが可能である。すなわち、この可飽和吸収領域は、吸収率が0であることから他の領域に比べて高い反射率が得られ、再生光スポット内に複数のピットが重複して存在する場合でもこの領域に存在するピットのみが検出される。このため、再生光学系の回折限界 $\lambda/2\text{ NA}$ よりも短い周期でピットが形成された微細な記録パターンからも良好な再生信号を得ることができる。

【0031】なお、再生光が現状の750～830 nm

6

の波長光である場合には、可飽和吸収色素としてはシアニン系、フタロシアニン系、ナフタロシアニン系等の色素が適している。これらは、例えばDTTC、HITC、IR-125、IR-140、IR-144（以上、EXCITON社製 商品名）として市販されている。これら色素のうちでは、ナフタロシアニン系色素が、分子吸光係数が大きく、しかも光学安定性が高いという点から好適である。

【0032】一方、この可飽和吸収色素とともに可飽和吸収色素層を構成する芳香族化合物は、製造工程の反射層の成膜等に際して副次的に発生する紫外線から可飽和吸収色素を保護するためのものである。

【0033】芳香族化合物は、通常、230～300 nmの紫外線領域に吸収を有している。したがって、この可飽和吸収色素と芳香族化合物が共存していれば、反射層を電子銃を用いた真空蒸着法あるいはスパッタリング法で成膜した場合でも、その際に発生する紫外線を、この芳香族化合物が吸収し、その分可飽和吸収色素が吸収する紫外線量が減少する。これにより、可飽和吸収色素の分解が抑えられ、反射層の成膜を経ても色素本来の光学特性が維持されることになる。

【0034】その結果、再生光を照射したときに、再生光スポット内に生じる可飽和吸収領域に比べてそれ以外の領域では十分に低い反射率を示すようになり、例えば0.3 $\mu\text{m/bit}$ 程度の微小なピットからも強度の大きな再生信号が得られることになる。

【0035】芳香族化合物としては、その目的から230～300 nmの紫外線領域にモル吸光係数が2000以上の吸収帯を有しているものが望ましい。また、色素との相溶性が良く、色素と共存させて蒸着あるいはスパインコート等のプロセスによって薄膜形成できることが必要である。

【0036】そのような芳香族化合物としては、フェニル基、ビフェニル基、カルバゾリル基、ナフチル基、ピリジノ基、チオフェノ基等の少なくとも1種を主鎖あるいは側鎖に有するものが挙げられる。具体的には、ポリフェニルメタクリレート、ポリ(4-ビニルビフェニル)、ポリビニルカルバゾール、ポリアセナフチレン等である。

【0037】なお、このような可飽和吸収色素含有層上に形成される反射層としては、適用する再生装置の規格に合わせて選択される。例えば、コンパクトディスク用の再生装置に用いる場合には、コンパクトディスクで用いられているような反射率が70%以上のAl、Au等よりなる反射層が使用される。

【0038】ここで、本発明の光記録媒体では、可飽和吸収色素含有層に芳香族化合物が含有されているので、この芳香族化合物が電子銃を用いた真空蒸着法、スパッタリング法に際して副次的に発生する紫外線から可飽和吸収色素を保護するので、反射層はこれらの電子銃を用

7

いた成膜法で成膜しても何ら差し支えない。

【0039】以上が本発明の光記録媒体の基本的な構成であるが、本発明の光記録媒体にはこのような可飽和吸収色素含有層、反射層の他に、基板と可飽和吸収色素含有層の間に、当該基板及び可飽和吸収色素含有層よりも実部屈折率が高い高屈折率層を設けるようにしても良い。

【0040】基板と可飽和吸収色素含有層の間に高屈折率層を設けると、フレネル反射が強くなり、可飽和吸収色素含有層内に光を閉じ込める共振器構造が形成される。これにより、再生信号強度が大幅に向上する。

【0041】ここで、通常、入手される光透過性の基板や可飽和吸収色素含有層の実部屈折率は1.5～1.7程度である。したがって、上記高屈折率層としては、実部屈折率が1.8以上の、例えば無機材料、半導体材料等を真空薄膜形成法によって成膜した材料膜が使用される。フレネル反射を強くする効果は、実部屈折率が基板や可飽和吸収色素含有層の値から大きく異なるもの程、顕著である。

【0042】高屈折率層を成膜する真空薄膜形成法としては、真空蒸着法、スパッタ法、CVD（化学的気相成長法）等が挙げられる。基板がポリマーで構成されているか、あるいはガラス2P法で形成されたレジスト膜を有する場合には、比較的低温で良質な膜を形成することができ、成膜速度も比較的高速であることからスパッタ法が有利である。

【0043】ここで、高屈折率層の膜厚は、再生光の波長を λ 、当該高屈折率層の実部屈折率を n としたとき $\lambda/4n$ で表される膜厚とすることが好ましい。この膜厚で高屈折率層を形成すると、高屈折率層と基板との界面での反射光と、高屈折率層と可飽和吸収色素含有層との界面での反射光との位相差が 180° となり、いわゆる無反射条件を満たすようになる。これにより、可飽和吸収色素含有層でのフレネル反射が最大となり、再生信号の強度を大きくできる。但し、膜厚が $\lambda/4n$ から10%程度ずれていても特に問題はなく、十分な効果が得られる。

【0044】高屈折率層の材料としては、上述の如く実部屈折率が上記条件を満たすものであれば特に制限はないが、無機セラミックが耐熱性、成膜性に優れ、適している。中でも、 ZnS と SiO_2 の混成膜を、ビットが凹凸形状として形成されたタイプの光ディスクに高屈折率層として形成すると、40dB以上と比較的大きな再生出力が確実に得られるようになる。

【0045】また、さらに、高屈折率層としては、実部屈折率が1.8以上であるもののうち、消衰係数が比較的小さいものを選択するのが望ましい。これは、照射された光を効率良く可飽和吸収色素含有層で吸収せしめる目的である。

【0046】なお、このような高屈折率層の代わりに、

8

これとは逆に基板、可飽和吸収色素含有層よりも実部屈折率の低い低屈折率層を設けた場合でも、同様に可飽和吸収色素含有層内に光を閉じ込める共振器構造を形成することができる。

【0047】しかし、低屈折率層とし得る材料では、フッ素系ポリマーの1.3程度が実部屈折率の最低であり、例えばフッ化マグネシウムのように、一般的に使用できる低屈折率材料のほとんどは実部屈折率が1.4程度である。このため、基板、可飽和吸収色素含有層よりも実部屈折率が大きく異なる低屈折率層、すなわちフレネル反射を強くする効果の高い低屈折率層を得るのは現実的には困難である。高屈折率層とし得る材料には、無機材料、半導体材料等を含めて、屈折率最大値4までの各種材料がある。したがって、低屈折率層を設けるよりも高屈折率層を設ける方が、利便性が高いと言える。

【0048】なお、ここまでで説明した光記録媒体は、基板上に形成された記録パターンから信号再生のみを行う再生専用型の光記録媒体に可飽和吸収色素含有層を適用したものであるが、可飽和吸収色素含有層は追記型の光記録媒体、書換え可能型の光記録媒体に適用するようにしても良い。追記型、書換え可能型の場合には、基板上に可飽和吸収色素含有層が形成され、さらにその上に情報信号の追記あるいは書換えが可能な記録層が形成される。この場合にも上記可飽和吸収色素含有層に芳香族化合物が含有されていることから、記録層を電子銃を用いた真空薄膜形成法で成膜した場合でも可飽和吸収色素含有層の本来の光学特性が維持される。したがって、良好な超解像性を発揮し、ビットの微細記録パターンの書き込み、読み出しが可能である。

【0049】

【作用】本発明の光記録媒体は、光透過性の基板上に、少なくとも可飽和吸収色素及び芳香族化合物を含有する可飽和吸収色素含有層と、記録層及び／又は反射層が設けられた構成とされ、上記可飽和吸収色素として再生光波長における分子吸光係数 ϵ が 10^4 以上であり、緩和時間 τ が $1\text{ ns} \leq \tau \leq 100\text{ ns}$ であるものを用いてなるものである。

【0050】このような構成の光記録媒体では、可飽和吸収色素含有層が、分子吸光係数 ϵ が 10^4 以上であることから、再生光を照射すると、再生光スポット内のうちある一定量以上の光量となった部分が可飽和吸収となって部分的に可飽和吸収領域が生じる。

【0051】また、可飽和吸収色素の緩和時間 τ が $1\text{ ns} \leq \tau \leq 100\text{ ns}$ の範囲に規制されていることから、可飽和吸収となった領域は、再生光の移動に伴う光量の減少によって一定の時間範囲内に速やかに初期の状態に戻る。このため、光量が減少した領域で可飽和吸収が維持されて可飽和吸収領域が後ろ側に尾を引くといったことがなく、常に再生光スポット内のある一定領域のみが可飽和吸収となる。

9

【0052】したがって、この可飽和吸収領域をアパーチャとして微細なビットの記録パターンから超解像再生がなされる。すなわち、この可飽和吸収領域は、吸収率が0であることから他の領域に比べて高い反射率が得られ、再生光スポット内に複数のビットが重複して存在する場合でもこの領域に存在するビットのみが検出される。このため、再生光学系の回折限界 $\lambda/2NA$ よりも短い周期でビットが形成された記録パターンからも良好な信号再生がなされる。

【0053】また、上記可飽和吸収色素含有層には、可飽和吸収色素とともに芳香族化合物が含有されている。

【0054】芳香族化合物は、通常、230~300nmの紫外線領域に吸収を有している。このため、反射層、記録層を電子銃を用いる真空蒸着法、スパッタリング法で成膜した場合でも、その際に副次的に発生する紫外線を、この芳香族化合物が吸収し、その分可飽和吸収色素が吸収する紫外線量が減少する。したがって、可飽和吸収色素の分解が抑えられ、反射層、記録層の成膜工程を経ても色素本来の光学特性が維持される。その結果、再生光を照射したときに、再生光スポット内に生じる可飽和吸収領域に比べてそれ以外の領域では十分に低い反射率を示すようになり、例えば0.3 $\mu\text{m}/\text{bit}$ 程度の微小なビットからも強度の大きな再生信号が得られる。

【0055】なお、上記光記録媒体では、基板と可飽和吸収色素含有層の間に、さらに当該基板及び可飽和吸収色素含有層よりも実部屈折率が高い高屈折率層を設けると、フレネル反射が強くなり、可飽和吸収色素含有層内に光を閉じ込める共振器構造が形成される。これにより、再生信号強度が大幅に向上する。

【0056】高屈折率層の材料としては、無機セラミックスが耐熱性、成膜性に優れることから適している。中でも、ZnSとSiO₂の混成膜を高屈折率層として形成すると、40dB以上と比較的大きな再生出力が獲得される。

【0057】

【実施例】以下、本発明の好適な実施例を実験結果に基づいて説明する。

【0058】実施例1

本実施例で作成した光記録媒体の構成を図1に示す。この光記録媒体は、ビット5が凹凸形状として形成された基板1上に、高屈折率層2、可飽和吸収色素含有層3及び反射層4が順次積層されてなるものである。本実施例では、このような構成の光記録媒体を以下のようにして作成した。

【0059】まず、ガラス2P（フォトリソマー）法によって、ガラス基板1上にビット5を凹凸形状で形成した。なお、ビット5は、ビット長0.3 μm 、ビット周期0.6 μm の記録パターンで形成した。この記録パターンは、超解像再生用に設定したものであり、ビット

10

長、ビット周期は通常の場合よりも短くなっている。

【0060】次いで、この基板1のビットを形成した側の面（信号記録面）上に、ZnSを抵抗加熱法を用いた真空蒸着により被着形成し、高屈折率層2を形成した。

【0061】なお、ここでは蒸着源となるZnSとして、純度99.99%のタブレットを使用した。

【0062】また、高屈折率層2の厚さは、約110nmに設定した。この膜厚は、高屈折率層の効果が最も高くなる膜厚、すなわち再生光波長を λ 、当該高屈折率層の実部屈折率を n としたときに $\lambda/4n$ で表される値である。ZnS及びSiO₂よりなる高屈折率層2は実部屈折率が1.8、本実施例で用いる再生光の波長は780nmであり、このような条件の場合、 $\lambda/4n=780/(4 \times 1.8)=108.33$ となる。上記膜厚はこの値に基づいて設定した。

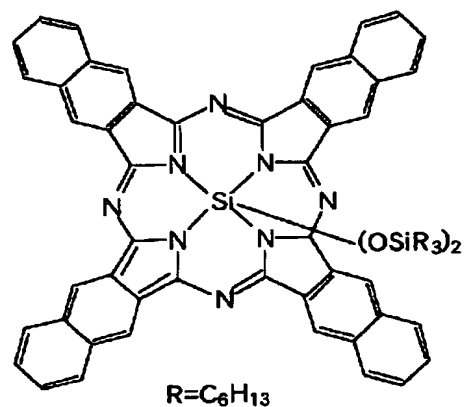
【0063】このようにして高屈折率層2を成膜した後、透過スペクトルを観測した。その結果、波長800nmを中心にした透過率の低下が認められた。このことから高屈折率層2は、ほぼ $\lambda/4n$ の膜厚で成膜されていることが判断される。

【0064】次に、この高屈折率層上に、スピンコート（ミカサ社製）を用いて、膜厚150nm程度の可飽和吸収色素含有層3を形成した。

【0065】スピンコート用溶液は、可飽和吸収色素となるビス（トリ-*n*-ヘキシルシロキシ）ケイ素ナフタロシアニン（SINC）と、マトリックス材料となるポリフェニルメタクリレート（PPhMA）が、SINC:PPhMA=1:5（重量比）なる組成比でシクロヘキサノンに溶解されてなるものである。なお、PPhMAは、230~300nm波長範囲にモル吸光係数が2000以上の吸収帯を有する芳香族化合物である。SINC及びPPhMAの構造式を化1、化2に、透過率スペクトルを図2、図3にそれぞれ示す。また、

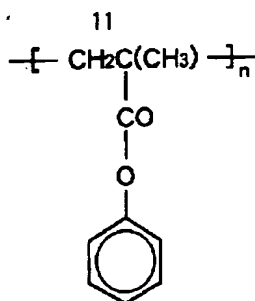
【0066】

【化1】



【0067】

【化2】



【0068】このスピンコート用溶液の調製は、シクロヘキサノン24gに、まずPPhMAのみを750mg投入し、攪拌加熱によって溶解させ、その後、この溶液にSINCを150mg添加し、超音波分散及び加熱によって溶解させることで行った。このようにシクロヘキサノンを溶媒に用いると、良好な塗布性が得られ、膜厚の均一のスピンコート膜が形成できる。

【0069】また、スピンコートは最大回転数2000~2400rpmで行い、スピンコート後の溶媒の揮発除去は、温度80℃下、2時間真空状態で保持することで行った。

【0070】そして、最後に、このようにして形成された可飽和吸収色素含有層3上に電子銃を用いた真空蒸着法によってA1反射層4を成膜し、光記録媒体を作成した。

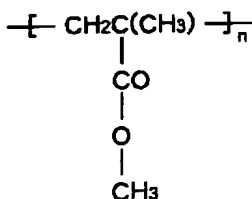
【0071】真空蒸着は、日電アネルバ社製の真空蒸着装置を用い、真空度 3×10^{-4} Pa、蒸着レート0.4nm/s程度の一般的な条件で行った。成膜されたA1反射層4の膜厚は、100nmである。これは水晶発振器膜厚計により測定されたものである。

【0072】比較例1

可飽和吸収色素含有層3の形成に際して、ポリフェニルメタクリレートの代わりにポリメチルメタクリレート(PMMA)をスピンコート用溶液に添加したこと以外は実施例1と同様にして光記録媒体を作成した。ポリメチルメタクリレートの構造式を化3に、透過率スペクトルを図4に示す。

【0073】

【化3】



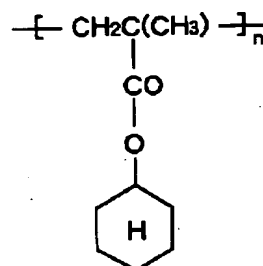
【0074】比較例2

可飽和吸収色素含有層3の形成に際して、ポリフェニルメタクリレートの代わりにポリシクロヘキシルメタクリレート(PCMA)をスピンコート用溶液に添加したこと以外は実施例1と同様にして光記録媒体を作成した。ポリシクロヘキシルメタクリレートの構造式を化4に示す。

12

【0075】

【化4】



【0076】以上のようにして実施例1及び比較例1、比較例2で作成した光記録媒体について反射スペクトルを観測した。実施例1の光記録媒体の反射スペクトルを図5に、比較例1、比較例2の光記録媒体の反射スペクトルを図6、図7にそれぞれ示す。

【0077】まず、図5は可飽和吸収色素含有層のマトリックス材料として芳香族化合物であるポリフェニルメタクリレートを用いた実施例1の光記録媒体の反射スペクトルである。これを見ると780nm近辺の反射率が低い値になっており、可飽和吸収色素の本来の光学特性が維持されていることがわかる。

【0078】一方、図6、図7はマトリックス材料として芳香族でない有機化合物を添加した比較例1、比較例2の光記録媒体の反射スペクトルである。これを見ると、780nm近辺の反射率が実施例1の光記録媒体の場合よりも高い値になっている。このように反射率が高くなっているのは、製造工程中、特にA1反射層の成膜に際して発生する紫外線によって可飽和吸収色素が分解したためである。

【0079】このことから、可飽和吸収色素含有層に芳香族化合物を含有させることは、可飽和吸収色素の分解を抑え、媒体の反射率を本来の低い値に維持する上で有効であることがわかる。

【0080】次に、実際に実施例1及び比較例1、比較例2で作成された光記録媒体について信号再生を行い、再生特性を調べた。

【0081】再生特性の測定に用いた再生装置の光学系の構成を図8に示す。すなわち、この再生装置の光学系は、光記録媒体10の基板側に対向して対物レンズ11が配設され、この対物レンズ側から1/4波長板12、偏光ビームスプリッタ13、光源14がこの順に設けられてなるものである。

【0082】この光学系では、光源14から出射されたレーザ光Lは、ビームスプリッタ13、1/4波長板12及び対物レンズ11を通過して、光記録媒体10の記録ビットに照射される。そして光記録媒体10からの反射光Rは、対物レンズ11、1/4波長板12を介してビームスプリッタ13に到達し、ここで反射されて、フォトダイオード等の受光素子(図示せず)により検出される。

【0083】本実施例で用いた装置条件を以下に示す。

光源：波長779nmの半導体レーザ

照射パワー：1~10mW

対物レンズの開口数(NA)：0.53

【0084】この条件での光学系のカットオフ空間周期 $\lambda/2NA$ は、 $0.74\mu m$ であり、光記録媒体に形成されている記録パターンのピット長 $0.3\mu m$ 、ピット周期 $0.6\mu m$ に比べて大きい。したがって、光記録媒体の記録パターンは、超解像現象が発現しないと読み出すことができないことになる。

【0085】以上のような装置条件で、再生光パワー、線速度を各種変化させて周波数6MHzの信号再生を行った。

【0086】その結果、まず、比較例1、比較例2の光記録媒体では、再生光パワー2.5mWの場合に20dBのC/N比が得られるが、再生光パワーをこれ以上に上げてもC/N比は20dB以上にはならなかった。また、線速 $9m/s$ 、再生パワー4mWの場合には、18dBのC/N比が得られるが、やはり再生光パワーをこれ以上に上げてもC/N比はこれ以上には向上しなかった。

【0087】一方、実施例1の光記録媒体では、線速度 $3.6m/s$ 、再生光パワー4.8mWの場合、線速度 $5.4m/s$ 、再生光パワー6mWのいずれの場合においても40dB以上のC/N比が得られた。

【0088】このことから、色素が本来の光学特性を維持していた実施例1の光記録媒体では、再生に際して超解像性が発現され、再生光学系の回折限界 $\lambda/2NA$ よりも短い周期でピットが形成された微細な記録パターンからの信号再生が可能であることがわかった。

【0089】なお、いずれの光記録媒体も、再生パワーが1~10mWの範囲であれば、同条件で行う再生においてC/N比に1000回以上の再現性が確認された。このことから、この光記録媒体の材料系及び膜構成は、再生操作に対して極めて安定性が高いことがわかる。

【0090】また、可飽和吸収色素含有層の含有させる芳香族化合物として、ポリ(4-ビニルピフェニル)、ポリビニルカルバゾール、ポリアセナフチレンを用いた結果、ポリフェニルメタクリレートを用いた実施例1の光記録ディスクと同様に良好な超解像再生が行えることが確認されている。

【0091】

【発明の効果】以上の説明からも明らかなように、本発明の光記録媒体は、光透過性の基板上に、少なくとも可飽和吸収色素及び芳香族化合物を含有する可飽和吸収色素含有層と、反射層が形成されて構成され、上記可飽和

吸収色素層に含有される可飽和吸収色素として、再生光波長における分子吸収係数 ϵ が 10^4 以上であり、緩和時間 τ が $1ns \leq \tau \leq 100ns$ であるものを用いるので、超解像性に優れ、 $0.3\mu m/bit$ 程度の微小ピットが再生光学系の回折限界 $\lambda/2NA$ よりも短い周期で形成された微細な記録パターンから、良好な再生信号を強い強度で得ることができる。

【0092】したがって、本発明によれば、再生光の短波長化、フォーカスレンズの開口数NAの増大化、信号復調方式の変更等の大幅な変更を装置側に施すことなく、例えば現行の4倍程度の記録情報量を現行と同サイズの光記録媒体に収めることが可能になる。

【0093】また、装置側にこれらの高密度記録化技術を施せば、光記録媒体への記録密度を現行の数10倍に高めることができる。

【0094】その結果、例えばデジタルビデオディスク、ハイビジョン用のビデオディスクをCDサイズで構成することも可能となり、工業的に極めて有用であると言える。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した光記録媒体の一構成例を示す要部概略断面図である。

【図2】SINCの透過率スペクトルを示す特性図である。

【図3】PPhMAの透過率スペクトルを示す特性図である。

【図4】PMMAの透過率スペクトルを示す特性図である。

【図5】ポリフェニルメタクリレートをマトリックス材料とする可飽和吸収色素含有層を有する光記録媒体の反射率スペクトルを示す特性図である。

【図6】ポリメチルメタクリレートをマトリックス材料とする可飽和吸収色素含有層を有する光記録媒体の反射率スペクトルを示す特性図である。

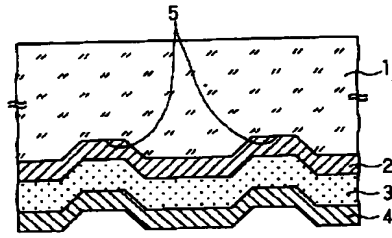
【図7】ポリシクロヘキシルメタクリレートをマトリックス材料とする可飽和吸収色素含有層を有する光記録媒体の反射率スペクトルを示す特性図である。

【図8】光記録媒体に記録された記録パターンから信号再生するための再生装置の光学系を示す模式図である。

【符号の説明】

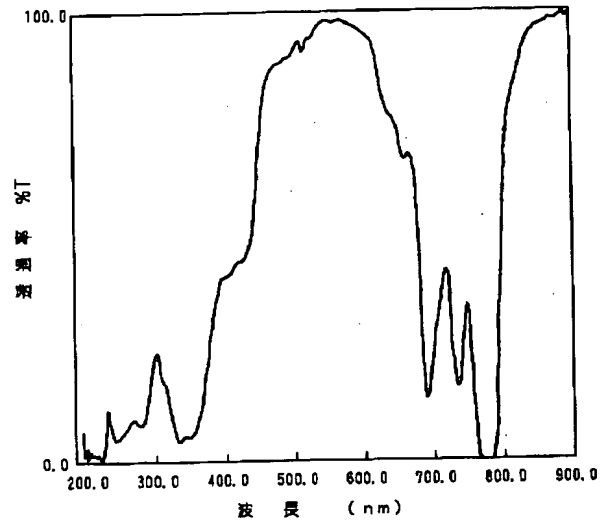
- 1 基板
- 2 高屈折率層
- 3 可飽和吸収色素含有層
- 4 反射層
- 5 ピット

【図1】



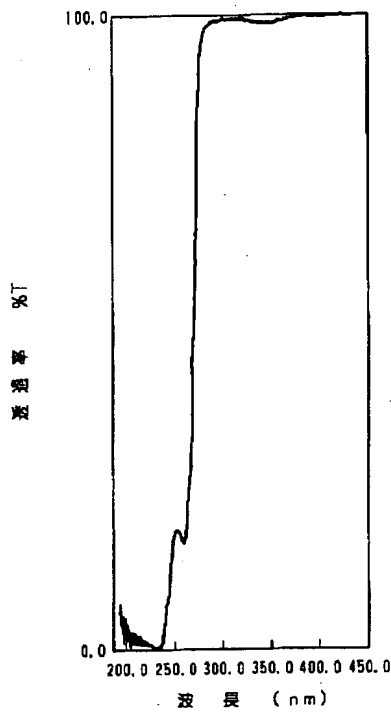
光記録媒体の要部断面図

【図2】



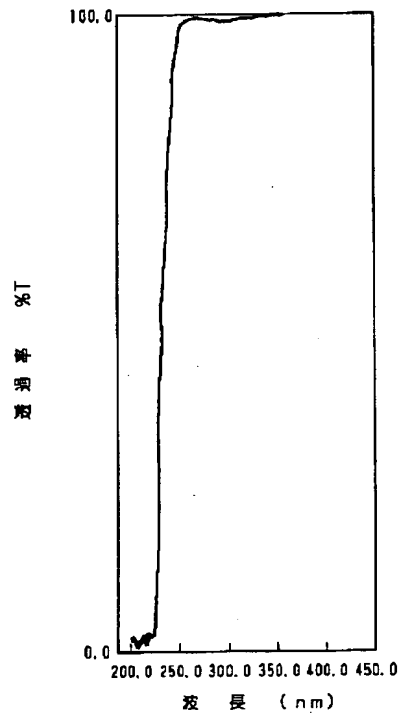
SINCの透過率スペクトル

【図3】



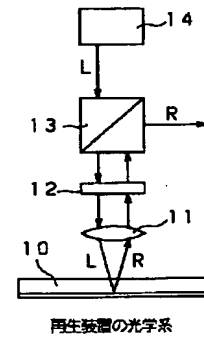
PP hMAの透過率スペクトル

【図4】

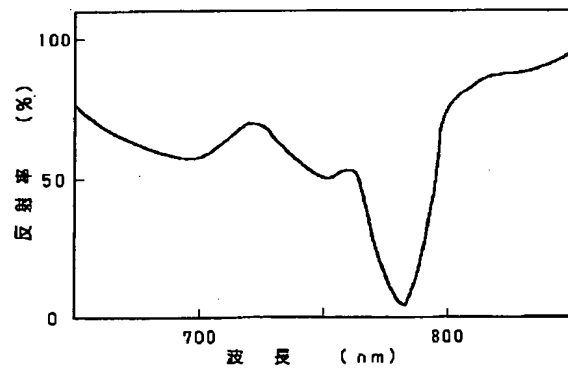


PMMAの透過率スペクトル

【図8】

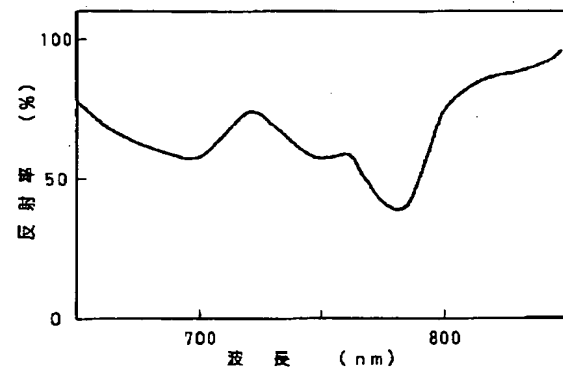


【図5】



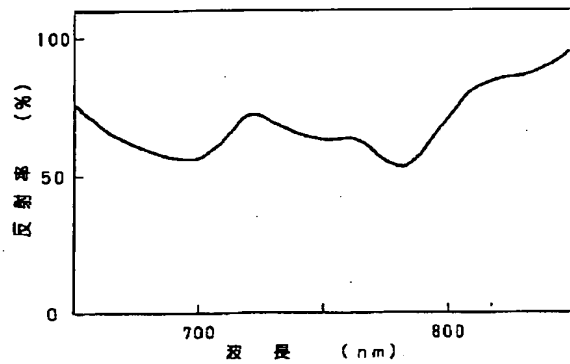
色素含有層にPP hMAを含有させた光記録媒体の反射スペクトル

【図6】



色素含有層にPMMAを含有させた光記録媒体の反射スペクトル

【図7】



色素含有層にPCMAを含有させた光記録媒体の反射スペクトル

*** NOTICES ***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] For the saturable absorption coloring matter which the saturable absorption coloring matter content layer which contains saturable absorption coloring matter and an aromatic compound at least, and a recording layer and/or a reflecting layer are formed on the substrate of light transmission nature, and is contained in the above-mentioned saturable absorption pigment layer, the molar extinction coefficient epsilon in playback light wave length is 104. Optical recording medium characterized by being above and the relaxation time tau being 1 second \leq tau \leq 100ns.

[Claim 2] The aromatic compound contained in a saturable absorption coloring matter content layer is an optical recording medium according to claim 1 characterized by a molar extinction coefficient having 2000 or more absorption bands to a 230-300nm wavelength field.

[Claim 3] The aromatic compound contained in a saturable absorption coloring matter content layer is an optical recording medium according to claim 1 characterized by having at least one sort of a phenyl group, a biphenyl radical, a carbazolyl radical, a naphthyl group, a pyridino radical, and a thio FENO radical in a principal chain or a side chain.

[Claim 4] The optical recording medium according to claim 1 characterized by preparing the high refractive-index layer with a real part refractive index higher than the substrate concerned and a saturable absorption coloring matter content layer between a substrate and saturable absorption coloring matter content.

[Claim 5] A high refractive-index layer is an optical recording medium according to claim 4 characterized by a real part refractive index being 1.8 or more.

[Claim 6] A high refractive-index layer is an optical recording medium according to claim 4 or 5 characterized by being the inorganic ceramic film formed by the vacuum thin film formation approach.

[Claim 7] The inorganic ceramic ingredient which constitutes a high refractive-index layer is ZnS and SiO₂. Optical recording medium according to claim 6 characterized by being the hybrid film.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] Especially this invention relates to the optical recording medium for super resolution playback which forms aperture in the diameter of a playback light spot, and performs signal regeneration about an optical recording medium.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, in the field of information record, research on an optical information recording method is advanced by every place. This optical information recording method has many advantages, like it can respond to each memory gestalt of that record playback can be performed by non-contact, that single or more figures can attain high recording density compared with a magnetic-recording method, the mold only for playbacks and a postscript mold, and a rewritable mold, and the application broad from industrial use to a noncommercial use as what realizes a cheap mass file is considered.

[0003] as the optical recording medium of the mold only for playbacks among above-mentioned memory gestalten -- a digital audio disc (the so-called compact disk, CD) and an optical videodisk (the so-called laser disc, LD) -- CD-ROM etc. has already spread widely further.

[0004] On the transparence substrate, as a layer to which a pit changes the shape for example, of toothing, and an optical constant, the optical recording medium of the mold only for these playbacks is recorded by the pattern corresponding to an information signal, and is usually made into the structure where covering formation of the reflecting layer which consists of metallic materials, such as aluminum, on this record pattern was carried out. In such an optical recording medium, from a transparence substrate side, playback light, such as a laser beam, is irradiated, the existence of the pit in the playback spot is identified by detecting the strength of the reflected light, and informational playback is performed.

[0005] By the way, in the optical recording medium of the above-mentioned mold only for playbacks, the further improvement in recording density is called for that the capacity which can respond to digitization, Hi-Vision TV (HDTV), etc. of VTR should be secured. On the other hand, from the convenience on actuation, with the optical recording medium, the miniaturization of size is also called for and improvement in recording density is desired also from such a demand.

[0006] Here, shortening detailed-ization of the record pattern formed in an optical recording medium, for example, the period of a pit, as a means which raises the recording density of an optical recording medium is considered first. However, since there is diffraction marginal $\lambda/2NA$ (wavelength of λ : playback light, NA : numerical aperture of the objective lens of playback optical system) which cannot make the diameter of a spot smaller than it in playback optical system, if the period of a pit becomes not much short, the situation that two or more pits exist in a playback spot will occur, and unarranging [that an information signal is unreproducible] will arise. That is, there is a cut-off space period of MTF (Modulation transfer function) used as the index of the resolution which becomes settled in playback optical system in a regenerative apparatus.

[0007] For this reason, the period of a pit remains as it is, the signal code is compression-ized or the attempt which raises the diffraction limitation of playback light so that it can respond to the pit where a period is short by increase-izing of the numerical aperture NA of the objective lens of optical system or short wavelength-ization of playback light is made. Furthermore, recently, the approach called super resolution (super resolution) attracts attention as what can respond to a pit pattern with a short period.

[0008] Super resolution makes it a principle to raise resolution by making the diameter of a spot on the appearance of exposure light smaller than a diffraction limitation by setting aperture (opening) smaller than the diffraction limitation of exposure light as an object point location. About this super resolution For example, "Charles W. McCutchen and "Super-resolution in Microscopy and the Abbe Resolution Limit." Jour-nal of Optical Society of America, 57 (10), 1190 (1967)", "Tony Wilson and Colin Sheppard, "Theory and Practice of Scanning Optical Microscopy.", Academic Press (London), It is indicated by the detail by 1984" etc.

[0009] In order to actually apply such super resolution to the signal regeneration of an optical recording medium, it is necessary to follow migration of the playback light on an optical recording medium, and aperture also needs to move.

[0010] The applicant for this patent made thermally the field where the magnetic Kerr effect of a magneto-optic-recording playback system shows up narrower than the diameter of a spot of playback light in JP,1-143041,A and JP,1-143042,A, and made the super resolution effectiveness discover as an example which applied super resolution to the magneto-optic-recording medium, and the approach of attaining high density record is proposed. However, this method cannot be used only within a magneto-optic-recording system, and cannot be applied to the optical recording system which does not use the usual magnetic head.

[0011] Then, in JP,2-96926,A, using the ingredient of optical responsibility for a reflecting layer is proposed as a thing applicable to the usual optical recording system. That is, in the optical recording medium which uses an optical responsibility ingredient for a reflecting layer, since the quantity of light distribution to which the quantity of light becomes large is in a playback light spot as a core when playback light is irradiated, the optical property of only the part which became the quantity of light more than a certain constant rate changes, and the aperture which follows playback light and moves into the playback light spot concerned is formed partially.

[0012] Thus, if aperture is formed, even when two or more pits exist in the spot of playback light, only the pit which exists in aperture is detected, and other pits will be in the condition that the mask was carried out so to speak, and will not be detected. Therefore, signal regeneration from the detailed record pattern with which the pit was formed the period shorter than diffraction marginal $\lambda/2NA$ of playback optical system can be performed.

[0013] However, it is indicated only as the non-linear optical material from which an optical property changes with playback light directly as an optical responsibility ingredient, or the phase change ingredient from which an optical property changes with the heat release by the light absorption of playback light indirectly by this official report, and is not mentioned to it about a concrete ingredient. For this reason, it can be said that that implementation is difficult.

[0014] Then, the applicant for this patent proposed saturable absorption coloring matter as a concrete optical responsibility ingredient in the Japanese-Patent-Application-No. No. 26805 [five to] specification. When saturable absorption coloring matter will irradiate the light more than a constant rate and will be in an excitation state, it is a coloring matter ingredient which presents the phenomenon, i.e., a saturable absorption phenomenon, in which an absorption coefficient is set to 0.

[0015] For example, in the optical recording medium with which the saturable absorption coloring matter content layer containing this saturable absorption coloring matter and the reflecting layer were formed on the substrate with which the pit was formed, since the quantity of light distribution to which the quantity of light becomes large is in a playback light spot like **** as a core when playback light is irradiated, only the part which became the quantity of light more than a certain constant rate serves as saturable absorption, and a saturable absorption field is generated partially. As for the field used as saturable absorption, compared with other fields, a high reflection factor is obtained from an absorption

coefficient being 0. Therefore, it functions as aperture, and even when two or more pits exist in a playback light spot, only the pit which exists in this saturable absorption field will be detected.

[0016]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when the optical spectrum was observed about the above-mentioned optical recording medium, it became clear that the reflection factor in the early condition which is not saturable absorption is higher than the value guessed from the ingredient configuration. When playback light is irradiated, this is a saturable absorption field and the other field, means that a difference is seldom attached to a reflection factor, and reduces super resolution nature.

[0017] Then, this invention is proposed in view of such the conventional actual condition, is excellent in super resolution nature, and aims at offering the optical recording medium with which a good regenerative signal is acquired from the detailed record pattern with which the pit is formed the period shorter than diffraction marginal $\lambda/2NA$ of playback optical system.

[0018]

[Means for Solving the Problem] For the saturable absorption coloring matter which the saturable absorption coloring matter content layer to which the optical recording medium of this invention contains saturable absorption coloring matter and an aromatic compound at least on the substrate of light transmission nature, and a recording layer and/or a reflecting layer are formed in order to attain the above-mentioned purpose, and is contained in the above-mentioned saturable absorption pigment layer, the molar extinction coefficient ϵ in playback light wave length is 10^4 . It is above and is characterized by the relaxation time τ being $1 \text{ second} \leq \tau \leq 100 \text{ ns}$.

[0019] Moreover, the aromatic compound contained in a saturable absorption coloring matter content layer is characterized by a molar extinction coefficient having 2000 or more absorption bands to a 230-300nm wavelength field. Furthermore, the aromatic compound contained in a saturable absorption coloring matter content layer is characterized by having at least one sort of a phenyl group, a biphenyl radical, a carbazoyl radical, a naphthyl group, a pyridino radical, and a thio FENO radical in a principal chain or a side chain.

[0020] Moreover, it is characterized by preparing the high refractive-index layer with a real part refractive index higher than the substrate concerned and a saturable absorption coloring matter content layer between a substrate and saturable absorption coloring matter content. Furthermore, a high refractive-index layer is characterized by a real part refractive index being 1.8 or more.

[0021] Furthermore, a high refractive-index layer is characterized by being the inorganic ceramic film formed by the vacuum thin film formation approach. Furthermore, the inorganic ceramic ingredient which constitutes a high refractive-index layer is ZnS and SiO₂. It is characterized by being the hybrid film.

[0022] As a result of considering the cause by which the reflection factor in the initial state of the optical recording medium with which this invention person etc. has a saturable absorption coloring matter content layer becomes higher than the value guessed from the ingredient configuration, in case a reflecting layer (or recording layer) is formed on a saturable absorption coloring matter content layer by the production process, disassembly of coloring matter has arisen, and it found out that this had induced the above-mentioned reflection factor rise.

[0023] That is, a reflecting layer and a recording layer are formed by the vacuum thin film forming methods, such as sputtering and a vacuum deposition method. For example, the source of vacuum evaporatio is evaporated with an electron gun, and it is made to cover on a substrate in a vacuum deposition method. Here, in case an electron ray is irradiated from this electron gun, the ultraviolet rays whose wavelength is about 300nm are also generated in coincidence.

[0024] On the other hand, since saturable absorption coloring matter has the strong broadcloth absorption peak to the 230-240nm wavelength field, it absorbs the ultraviolet rays secondarily generated with the exposure of an electron ray on the occasion of this membrane formation, and decomposes. It is the cause by which this raises the reflection factor of a medium.

[0025] Although the pigmentolysis by ultraviolet rays will escape if evaporation of the source of vacuum evaporatio is performed using a resistance heating method, the membrane formation by the

resistance heating method has a problem also that it is difficult, optically [thickening thickness], and in reinforcement. After carrying out film formation first thinly with a resistance heating method, although using an electron gun and supplementing with the thickness of an insufficient part on it is also considered, a process is complicated and lacks in practicality.

[0026] So, in this invention, since a medium with a normal reflection factor is obtained even when a reflecting layer and a recording layer are formed by the vacuum thin film forming method for having used the electron gun, suppose that a saturable absorption coloring matter content layer is constituted from saturable absorption coloring matter and an aromatic compound.

[0027] That is, when using as a mold only for playbacks, on the substrate of light transmission nature, as a layer to which a pit changes the shape for example, of toothing, or an optical constant, the optical recording medium of this invention is formed by the record pattern corresponding to an information signal, and is considered as the configuration in which the saturable absorption coloring matter content layer and reflecting layer which contain saturable absorption coloring matter and an aromatic compound at least on this substrate were prepared.

[0028] First, for the above-mentioned saturable absorption coloring matter, the molar extinction coefficient ϵ in playback light wave length is 104. It is above and the relaxation time τ is 1 second $\leq \tau \leq 100$ ns.

[0029] In the saturable absorption coloring matter content layer which has such a property, the molar extinction coefficient ϵ in playback light wave length is 104. Since it is above, by the exposure of playback light, the part which became the quantity of light more than a certain constant rate in the playback light spot concerned serves as saturable absorption, and a saturable absorption field is generated partially. Moreover, since the relaxation time τ of saturable absorption coloring matter is regulated by the range of 1 second $\leq \tau \leq 100$ ns, the field used as saturable absorption returns to an early condition promptly by reduction of the quantity of light accompanying migration of playback light at fixed time amount within the limits. For this reason, saturable absorption is maintained in the field in which the quantity of light decreased, for example, it has not said that a saturable absorption field drags on to the backside, and only a certain fixed field in a playback light spot always serves as saturable absorption.

[0030] Therefore, it is possible to perform super resolution playback for this saturable absorption field from the record pattern of a pit detailed as aperture. That is, even when a high reflection factor is obtained from an absorption coefficient being 0 compared with other fields, two or more pits overlap in a playback light spot and this saturable absorption field exists, only the pit which exists in this field is detected. For this reason, a good regenerative signal can be acquired also from the detailed record pattern with which the pit was formed the period shorter than diffraction marginal $\lambda/2NA$ of playback optical system.

[0031] In addition, when playback light is the wavelength light which is 750-830nm of the present condition, as saturable absorption coloring matter, coloring matter, such as a cyanine system, a phthalocyanine system, and a naphthalocyanine system, is suitable. these -- for example, DTTC, HITC, IR-125, IR-140, and IR- it is marketed as 144 (above, trade name made from EXCITON). Among these coloring matter, naphthalocyanine system coloring matter has a large molar extinction coefficient, and is suitable from the point that moreover optical stability is high.

[0032] On the other hand, the aromatic compound which constitutes a saturable absorption pigment layer with this saturable absorption coloring matter is for protecting saturable absorption coloring matter from the ultraviolet rays secondarily generated on the occasion of membrane formation of the reflecting layer of a production process etc.

[0033] The aromatic compound usually has absorption to the 230-300nm ultraviolet-rays field. Therefore, even when this saturable absorption coloring matter and aromatic compound lived together and a reflecting layer is formed by the vacuum deposition method or the sputtering method using an electron gun, the amount of ultraviolet rays in which this aromatic compound absorbs the ultraviolet rays generated in the case of ****, and that part saturable absorption coloring matter absorbs them decreases. By this, disassembly of saturable absorption coloring matter is suppressed, and even if it

passes through membrane formation of a reflecting layer, the optical property of coloring matter original will be maintained.

[0034] Consequently, when playback light is irradiated, compared with the saturable absorption field produced in a playback light spot, in the other field, a reflection factor low enough will come to be shown, for example, a regenerative signal with big reinforcement will be acquired also from an about 0.3micrometers [bit] minute pit.

[0035] As an aromatic compound, that to which the molar extinction coefficient has 2000 or more absorption bands from the purpose to the 230-300nm ultraviolet-rays field is desirable. Moreover, compatibility with coloring matter is good and required also for making it coexist with coloring matter and being able to carry out thin film formation according to the process of vacuum evaporation or a spin coat.

[0036] As such an aromatic compound, what has at least one sort, such as a phenyl group, a biphenyl radical, a carbazoyl radical, a naphthyl group, a pyridino radical, and a thio FENO radical, in a principal chain or a side chain is mentioned. Specifically, they are polyphenyl methacrylate, Pori (4-vinyl biphenyl), a polyvinyl carbazole, the poly acenaphthylene, etc.

[0037] In addition, as a reflecting layer formed on such a saturable absorption coloring matter content layer, it is chosen according to the specification of the regenerative apparatus to apply. For example, when using for the regenerative apparatus for compact disks, the reflecting layer which a reflection factor which is used with the compact disk becomes from 70% or more of aluminum, Au, etc. is used.

[0038] Here, in the optical recording medium of this invention, since saturable absorption coloring matter is protected from the ultraviolet rays which this aromatic compound generates secondarily on the occasion of the vacuum deposition method and the sputtering method using an electron gun since the aromatic compound contains in the saturable absorption coloring matter content layer, even if a reflecting layer forms membranes by the forming-membranes method which used these electron guns, it does not interfere at all.

[0039] Although the above is the fundamental configuration of the optical recording medium of this invention, you may make it prepare a high refractive-index layer with a real part refractive index higher than the substrate concerned and a saturable absorption coloring matter content layer in the optical recording medium of this invention between [other than such a saturable absorption coloring matter content layer and a reflecting layer] a substrate and a saturable absorption coloring matter content layer.

[0040] If a high refractive-index layer is prepared between a substrate and a saturable absorption coloring matter content layer, Fresnel reflection will become strong and the resonator structure which shuts up light in a saturable absorption coloring matter content layer will be formed. Thereby, regenerative-signal reinforcement improves sharply.

[0041] Here, the real part refractive index of the substrate of light transmission nature or a saturable absorption coloring matter content layer coming to hand is usually 1.5 to about 1.7. Therefore, as the above-mentioned quantity refractive-index layer, the ingredient film on which the real part refractive index formed 1.8 or more inorganic materials, a semiconductor material, etc. by the vacuum thin film forming method is used. The effectiveness which strengthens Fresnel reflection has a real part refractive index as remarkable as what is greatly different from the value of a substrate or a saturable absorption coloring matter content layer.

[0042] As a vacuum thin film forming method which forms a high refractive-index layer, a vacuum deposition method, a spatter, CVD (chemical vapor deposition), etc. are mentioned. When it has the resist film which the substrate consists of polymers or was formed by glass 2P law, the good film can be comparatively formed at low temperature, and since a membrane formation rate is also comparatively high-speed, a spatter is advantageous.

[0043] Here, as for the thickness of a high refractive-index layer, it is desirable to make wavelength of playback light into the thickness expressed with $\lambda/4n$ in it when the real part refractive index of λ and the high refractive-index layer concerned is set to n . If a high refractive-index layer is formed by this thickness, the phase contrast of the reflected light in the interface of a high refractive-

index layer and a substrate and the reflected light in the interface of a high refractive-index layer and a saturable absorption coloring matter content layer will become 180 degrees, and it will come to fulfill the so-called nonreflective conditions. Thereby, the Fresnel reflection in a saturable absorption coloring matter content layer serves as max, and can enlarge reinforcement of a regenerative signal. However, even if thickness has shifted from $\lambda/4n$ about 10%, there is especially no problem, and sufficient effectiveness is acquired.

[0044] Although there will be especially no limit as an ingredient of a high refractive-index layer if a real part refractive index fulfills the above-mentioned conditions like ****, the inorganic ceramic is excellent and suitable for thermal resistance and membrane formation nature. Especially, it is ZnS and SiO₂. If a pit forms the hybrid film in the optical disk of the type formed as the shape of toothing as a high refractive-index layer, 40dB or more and a comparatively big playback output will come to be obtained certainly.

[0045] Furthermore, it is desirable to choose what has an extinction coefficient comparatively small among those whose real part refractive indexes are 1.8 or more as a high refractive-index layer. This is the purpose which makes the irradiated light absorb in a saturable absorption coloring matter content layer efficiently.

[0046] In addition, instead of such a high refractive-index layer, with this, even when a low refractive-index layer with a real part refractive index conversely lower than a substrate and a saturable absorption coloring matter content layer is prepared, the resonator structure which shuts up light in a saturable absorption coloring matter content layer similarly can be formed.

[0047] However, with the ingredient which can be used as a low refractive-index layer, about [of a fluorine system polymer] 1.3 are the minimum of a real part refractive index, for example, the real part refractive index of most low refractive-index ingredients which can generally be used is about 1.4 like magnesium fluoride. For this reason, it is actually difficult to obtain the low refractive-index layer from which a real part refractive index differs greatly rather than a substrate and a saturable absorption coloring matter content layer, i.e., the high low refractive-index layer of the effectiveness which strengthens Fresnel reflection. There are various ingredients to the refractive-index maximum 4 including an inorganic material, a semiconductor material, etc. among the ingredients which can be used as a high refractive-index layer. Therefore, it can say that it is [convenience] higher to prepare a high refractive-index layer rather than it prepares a low refractive-index layer.

[0048] In addition, although the optical recording medium explained even here applies a saturable absorption coloring matter content layer to the optical recording medium of the mold only for playbacks which performs only signal regeneration from the record pattern formed on the substrate, you may make it apply a saturable absorption coloring matter content layer to the optical recording medium of a postscript mold, and the optical recording medium of a rewritable mold. In the case of a postscript mold and a rewritable mold, a saturable absorption coloring matter content layer is formed on a substrate, and the recording layer in which a postscript or rewriting of an information signal is possible is further formed on it. Also in this case, since the aromatic compound contains in the above-mentioned saturable absorption coloring matter content layer, even when a recording layer is formed by the vacuum thin film forming method using an electron gun, the original optical property of a saturable absorption coloring matter content layer is maintained. Therefore, good super resolution nature is demonstrated and the writing of the detailed record pattern of a pit and read-out are possible.

[0049]

[Function] For the optical recording medium of this invention, the molar extinction coefficient [in / as the above-mentioned saturable absorption coloring matter / it considers as the configuration in which the saturable absorption coloring matter content layer which contains saturable absorption coloring matter and an aromatic compound at least, and a recording layer and/or a reflecting layer were prepared on the substrate of light transmission nature, and / playback light wave length] epsilon is 104. It comes to use that whose relaxation time tau it is above and is $1 \text{ second} \leq \tau \leq 100 \text{ ns}$.

[0050] For a saturable absorption coloring matter content layer, with the optical recording medium of such a configuration, a molar extinction coefficient epsilon is 104. Since it is above, if playback light is

irradiated, the part which became the quantity of light more than a certain constant rate in a playback light spot will serve as saturable absorption, and a saturable absorption field will be generated partially. [0051] Moreover, since the relaxation time τ of saturable absorption coloring matter is regulated by the range of $1 \text{ second} \leq \tau \leq 100 \text{ ns}$, the field used as saturable absorption returns to an early condition promptly by reduction of the quantity of light accompanying migration of playback light at fixed time amount within the limits. For this reason, saturable absorption is maintained in the field in which the quantity of light decreased, it has not said that a saturable absorption field drags on to the backside, and only a certain fixed field in a playback light spot always serves as saturable absorption.

[0052] Therefore, super resolution playback is made from the record pattern of a pit detailed as aperture in this saturable absorption field. That is, even when a high reflection factor is obtained from an absorption coefficient being 0 compared with other fields, two or more pits overlap in a playback light spot and this saturable absorption field exists, only the pit which exists in this field is detected. For this reason, good signal regeneration is made also from the record pattern with which the pit was formed the period shorter than diffraction marginal $\lambda/2\text{NA}$ of playback optical system.

[0053] Moreover, in the above-mentioned saturable absorption coloring matter content layer, the aromatic compound contains with saturable absorption coloring matter.

[0054] The aromatic compound usually has absorption to the 230-300nm ultraviolet-rays field. For this reason, even when a reflecting layer and a recording layer are formed by the vacuum deposition method and the sputtering method using an electron gun, the amount of ultraviolet rays in which this aromatic compound absorbs the ultraviolet rays generated secondarily, and that part saturable absorption coloring matter absorbs them in that case decreases. Therefore, disassembly of saturable absorption coloring matter is suppressed, and even if it passes through the membrane formation process of a reflecting layer and a recording layer, the optical property of coloring matter original is maintained. Consequently, when playback light is irradiated, compared with the saturable absorption field produced in a playback light spot, in the other field, a reflection factor low enough comes to be shown, for example, a regenerative signal with big reinforcement is acquired also from an about 0.3micrometers [bit] minute pit.

[0055] In addition, in the above-mentioned optical recording medium, if a high refractive-index layer with a real part refractive index still higher than the substrate concerned and a saturable absorption coloring matter content layer is prepared between a substrate and a saturable absorption coloring matter content layer, Fresnel reflection will become strong and the resonator structure which shuts up light in a saturable absorption coloring matter content layer will be formed. Thereby, regenerative-signal reinforcement improves sharply.

[0056] As an ingredient of a high refractive-index layer, it is suitable from an inorganic ceramic being excellent in thermal resistance and membrane formation nature. Especially, it is ZnS and SiO₂. If the hybrid film is formed as a high refractive-index layer, 40dB or more and a comparatively big playback output will be gained.

[0057]

[Example] Hereafter, the suitable example of this invention is explained based on an experimental result.

[0058] The configuration of the optical recording medium created by example 1 this example is shown in drawing 1. As for this optical recording medium, it comes to carry out the laminating of the high refractive-index layer 2, the saturable absorption coloring matter content layer 3, and the reflecting layer 4 one by one on the substrate 1 with which the pit 5 was formed as the shape of toothing. In this example, it is the following, and the optical recording medium of such a configuration was made and created.

[0059] First, the pit 5 was formed by the shape of toothing on the glass substrate 1 by glass 2P (photopolymer) law. In addition, the pit 5 was formed by the record pattern with 0.3 micrometers [of pit length], and a pit period of 0.6 micrometers. Setting this record pattern to super resolution playback, pit length and a pit period are shorter than the usual case.

[0060] Subsequently, on the field (signal recording surface) of the side in which the pit of this substrate 1 was formed, covering formation of the ZnS was carried out with the vacuum deposition which used

the resistance heating method, and the high refractive-index layer 2 was formed.

[0061] In addition, the tablet of 99.99% of purity was used as ZnS which serves as a source of vacuum evaporation here.

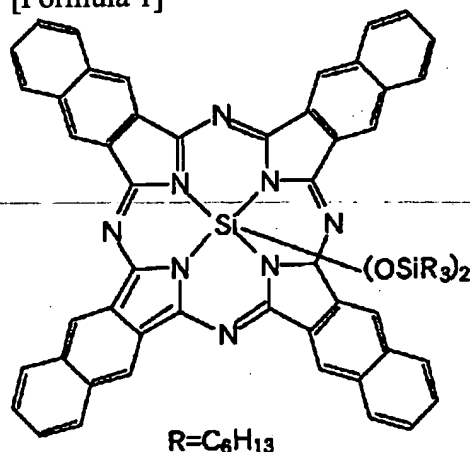
[0062] Moreover, the thickness of the high refractive-index layer 2 was set as about 110nm. This thickness is a value expressed with $\lambda/4n$ in the thickness to which the effectiveness of a high refractive-index layer becomes the highest, i.e., playback light wave length, when ***** of λ and the high refractive-index layer concerned is set to n. ZnS and SiO₂ The wavelength of the playback light for which a real part refractive index uses the becoming high refractive-index layer 2 by 1.8 and this example is 780nm, and, in the case of such conditions, it is set to $\lambda/4n=780/(4 \times 1.8)=108.33$. The above-mentioned thickness was set up based on this value.

[0063] Thus, the transparency spectrum was observed after forming the high refractive-index layer 2. Consequently, decline in the permeability centering on the wavelength of 800nm was accepted. It is judged from this that the high refractive-index layer 2 is mostly formed by $\lambda/4n$ thickness.

[0064] Next, on this high refractive-index layer, the spin coater (Mikasa, Inc make) was used and the saturable absorption coloring matter content layer 3 of about 150nm of thickness was formed.

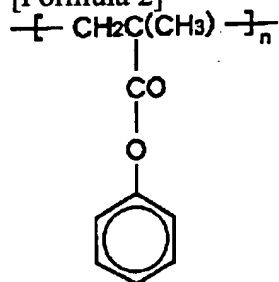
[0065] the screw (tree n-hexyl siloxy) silicon naphthalocyanine (SINC) from which the solution for spin coats serves as saturable absorption coloring matter, and the polyphenyl methacrylate (PPhMA) used as a matrix material -- SINC:PPhMA=1:5 (weight ratio) -- it comes to dissolve in a cyclohexanone by the presentation ratio. In addition, PPhMA is an aromatic compound with which a molar extinction coefficient has 2000 or more absorption bands in 230-300nm wavelength range. The structure expression of SINC and PPhMA is shown in ** 1 and ** 2, and a permeability spectrum is shown in drawing 2 and drawing 3, respectively. Moreover, [0066]

[Formula 1]



[0067]

[Formula 2]



[0068] Supplied only 750mg only of PPhMA(s) to cyclohexanone 24g first, it was made to dissolve with churning heating, and preparation of this solution for spin coats added 150mg of SINC(s) in this solution after that, and was performed by making it dissolve with ultrasonic distribution and heating. Thus, if a

cyclohexanone is used for a solvent, good spreading nature is obtained and the spin coat film of the homogeneity of thickness can be formed.

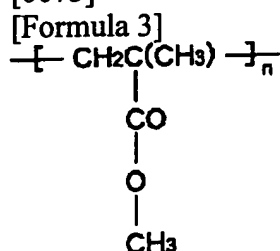
[0069] Moreover, the spin coat was performed by maximum engine speed 2000 - 2400rpm, and volatilization removal of the solvent behind a spin coat was performed by holding by the vacua for 2 hours under the temperature of 80 degrees C.

[0070] And with the vacuum deposition method which used the electron gun on the saturable absorption coloring matter content layer 3 formed in the last by doing in this way, the aluminum reflecting layer 4 was formed and the optical recording medium was created.

[0071] Vacuum deposition was performed using the vacuum evaporation system made from Japanese ** Anelva on the general conditions of a 3×10 to 4 Pa degree of vacuum, and vacuum evaporation rate 0.4 nm/s extent. The thickness of the formed aluminum reflecting layer 4 is 100nm. This is measured by the crystal-oscillator thickness gage.

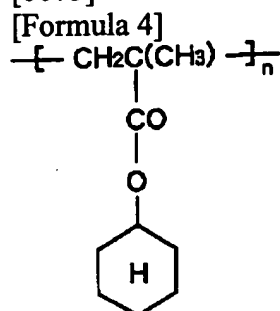
[0072] On the occasion of formation of the example of comparison 1 saturable-absorption coloring matter content layer 3, the optical recording medium was created like the example 1 except having added polymethylmethacrylate (PMMA) in the solution for spin coats instead of polyphenyl methacrylate. The structure expression of polymethylmethacrylate is shown in ** 3, and a permeability spectrum is shown in drawing 4.

[0073]



[0074] On the occasion of formation of the example of comparison 2 saturable-absorption coloring matter content layer 3, the optical recording medium was created like the example 1 except having added poly cyclohexyl methacrylate (PCMA) in the solution for spin coats instead of polyphenyl methacrylate. The structure expression of poly cyclohexyl methacrylate is shown in ** 4.

[0075]



[0076] The reflectance spectrum was observed about the optical recording medium created as mentioned above in the example 1 and the example 1 of a comparison, and the example 2 of a comparison. The reflectance spectrum of the optical recording medium of an example 1 is shown in drawing 5, and the reflectance spectrum of the optical recording medium of the example 1 of a comparison and the example 2 of a comparison is shown in drawing 6 and drawing 7, respectively.

[0077] First, drawing 5 is the reflectance spectrum of the optical recording medium of an example 1 using the polyphenyl methacrylate which is an aromatic compound as a matrix material of a saturable absorption coloring matter content layer. It turns out that the reflection factor of nearly 780nm will be a low value if this is seen, and the original optical property of saturable absorption coloring matter is maintained.

[0078] On the other hand, drawing 6 and drawing 7 are the reflectance spectrums of the optical recording medium of the example 1 of a comparison, and the example 2 of a comparison which added the organic compound which is not aromatic series as a matrix material. If this is seen, it is a value higher than the case where the reflection factor of nearly 780nm is the optical recording medium of an example 1. Thus, the reflection factor is high because saturable absorption coloring matter decomposed among the production process by the ultraviolet rays generated especially on the occasion of membrane formation of aluminum reflecting layer.

[0079] This shows that it is effective to make a saturable absorption coloring matter content layer contain an aromatic compound, when suppressing disassembly of saturable absorption coloring matter and maintaining the reflection factor of a medium to an original low value.

[0080] Next, signal regeneration was performed about the optical recording medium actually created in the example 1 and the example 1 of a comparison, and the example 2 of a comparison, and reproducing characteristics were investigated.

[0081] The configuration of the optical system of the regenerative apparatus used for measurement of reproducing characteristics is shown in drawing 8. That is, the optical system of this regenerative apparatus counters the substrate side of an optical recording medium 10, an objective lens 11 is arranged, and it comes to prepare the quarter-wave length plate 12, a polarization beam splitter 13, and the light source 14 in this order from this objective lens side.

[0082] In this optical system, laser beam L by which outgoing radiation was carried out from the light source 14 passes a beam splitter 13, the quarter-wave length plate 12, and an objective lens 11, and is irradiated by the record pit of an optical recording medium 10. And a beam splitter 13 is reached through an objective lens 11 and the quarter-wave length plate 12, it is reflected here, and the reflected light R from an optical recording medium 10 is detected by photo detectors (not shown), such as a photodiode.

[0083] The equipment conditions used by this example are shown below.

light source: -- semiconductor laser exposure with a wavelength of 779nm power: -- numerical-aperture [of 1-10mW objective lens] (NA): -- 0.53 [0084] Cut-off space period $\lambda/2NA$ of the optical system in this condition is 0.74 micrometers, and is large compared with the pit length of 0.3 micrometers of the record pattern currently formed in the optical recording medium, and the pit period of 0.6 micrometers. Therefore, the record pattern of an optical recording medium can be read if a super resolution phenomenon is not discovered.

[0085] On the above equipment conditions, various change of playback light power and the linear velocity was carried out, and signal regeneration with a frequency of 6MHz was performed.

[0086] Consequently, probably, with the optical recording medium of the example 1 of a comparison, and the example 2 of a comparison, in the case of playback light power 2.5mW, the 20dB C/N ratio was obtained, but even if it raised playback light power more than this, the C/N ratio was not set to 20dB or more. Moreover, in the case of linear velocity 9 m/s and playback power 4mW, although the 18dB C/N ratio was obtained, even if it raised playback light power more than this too, the C/N ratio did not improve more than this.

[0087] On the other hand, in the case of linear-velocity 3.6 m/s and playback light power 4.8mW, in the case of which [linear-velocity 5.4 m/s and playback light power 6mW], in the optical recording medium of an example 1, the C/N ratio 40dB or more was obtained.

[0088] In the optical recording medium of an example 1 with which coloring matter was maintaining the original optical property, super resolution nature was discovered on the occasion of playback, and this showed that the signal regeneration from the detailed record pattern with which the pit was formed the period shorter than diffraction marginal $\lambda/2NA$ of playback optical system was possible.

[0089] In addition, when any optical recording medium was the range whose playback power is 1-10mW, in the playback which carries out on these conditions, 1000 times or more of repeatability was checked by the C/N ratio. From this, the ingredient system and film configuration of this optical recording medium are understood are very extremely stable to playback actuation.

[0090] Moreover, as an aromatic compound which a saturable absorption coloring matter content layer

makes contain, as a result of using Pori (4-vinyl biphenyl), a polyvinyl carbazole, and the poly acenaphthylene, it is checked that good super resolution playback can be performed like the optical recording disk of an example 1 using polyphenyl methacrylate.

[0091]

[Effect of the Invention] So that clearly also from the above explanation the optical recording medium of this invention The saturable absorption coloring matter content layer which contains saturable absorption coloring matter and an aromatic compound at least on the substrate of light transmission nature, The molar extinction coefficient epsilon in playback light wave length is 10^4 as saturable absorption coloring matter which a reflecting layer is formed and constituted and is contained in the above-mentioned saturable absorption pigment layer. Since that whose relaxation time tau it is above and is $1 \text{ second} \leq \tau \leq 100 \text{ ns}$ is used It excels in super resolution nature and a good regenerative signal can be acquired from the detailed record pattern with which the about 0.3 micrometers [bit] minute pit was formed the period shorter than diffraction marginal $\lambda/2\text{NA}$ of playback optical system by strong reinforcement.

[0092] Therefore, according to this invention, it becomes possible to store the about 4 present times amount of recording information in the optical recording medium of present and the same size, for example, without performing large modification of short-wavelength-izing of playback light, increase-izing of the numerical aperture NA of a focal lens, modification of a signal recovery method, etc. to an equipment side.

[0093] Moreover, if these high density record-ized techniques are given to an equipment side, the recording density to an optical recording medium can be raised several 10 present times.

[0094] It also becomes possible to constitute the result, for example, a digital videodisc, and the videodisc for Hi-Vision from CD size, and it can be referred to as industrial very useful.

[Translation done.]